

?s pn=jp 5283317
S1 1 PN=JP 5283317
?t 1/5

1/5/1
DIALOG(R)File 347:JAPIO
(c) 2003 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

04291617 **Image available**
ILLUMINATOR AND PROJECTION ALIGNER USING IT

PUB. NO.: 05-283317 [JP 5283317 A]
PUBLISHED: October 29, 1993 (19931029)
INVENTOR(s): SHIOZAWA TAKANAGA
MURAKI MASATO
ISHII HIROYUKI
HAYATA SHIGERU
APPLICANT(s): CANON INC [000100] (A Japanese Company or Corporation), JP
(Japan)
APPL. NO.: 04-108632 [JP 92108632]
FILED: March 31, 1992 (19920331)
INTL CLASS: [5] H01L-021/027; G03F-007/20; G03F-007/207
JAPIO CLASS: 42.2 (ELECTRONICS -- Solid State Components); 29.1 (PRECISION
INSTRUMENTS -- Photography & Cinematography)
JAPIO KEYWORD: R098 (ELECTRONIC MATERIALS -- Charge Transfer Elements, CCD &
BBD)
JOURNAL: Section: E, Section No. 1500, Vol. 18, No. 63, Pg. 153,
February 02, 1994 (19940202)

ABSTRACT

PURPOSE: To enable projection exposure of high resolution by selecting an optimum illumination system according to the direction or line width of a pattern shape.

CONSTITUTION: A light emitter 1 is arranged in a vicinity of the first focus of an elliptic mirror 2: an image of the light emitter 1 is formed in a vicinity of the second focus by a light flux from the light emitter 1 via the elliptic mirror 2, and an irradiation target face is illuminated by a light flux from the image of the light emitter 1 via an optical integrator 10 that is a two-dimensional array of a plurality of microlenses. At this time, an optical device 8 which deflects an incident light flux in a given direction and can be inserted into and extracted from a light path is arranged between the elliptic mirror 2 and the optical integrator 10 so that the distribution of light intensity of the incidence face of the optical integrator 10 may be altered.

?

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-283317

(43)公開日 平成5年(1993)10月29日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027				
G 0 3 F 7/20	5 2 1	7818-2H		
7/207	H	7818-2H		
		7352-4M	H 0 1 L 21/ 30	3 1 1 S
		7352-4M		3 1 1 L
審査請求 未請求 請求項の数13(全 15 頁)				

(21)出願番号 特願平4-108632

(22)出願日 平成4年(1992)3月31日

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 塩澤 崇永

神奈川県川崎市中原区今井上町53番地 キ
ヤノン株式会社小杉事業所内

(72)発明者 村木 真人

神奈川県川崎市中原区今井上町53番地 キ
ヤノン株式会社小杉事業所内

(72)発明者 石井 弘之

神奈川県川崎市中原区今井上町53番地 キ
ヤノン株式会社小杉事業所内

(74)代理人 弁理士 高梨 幸雄

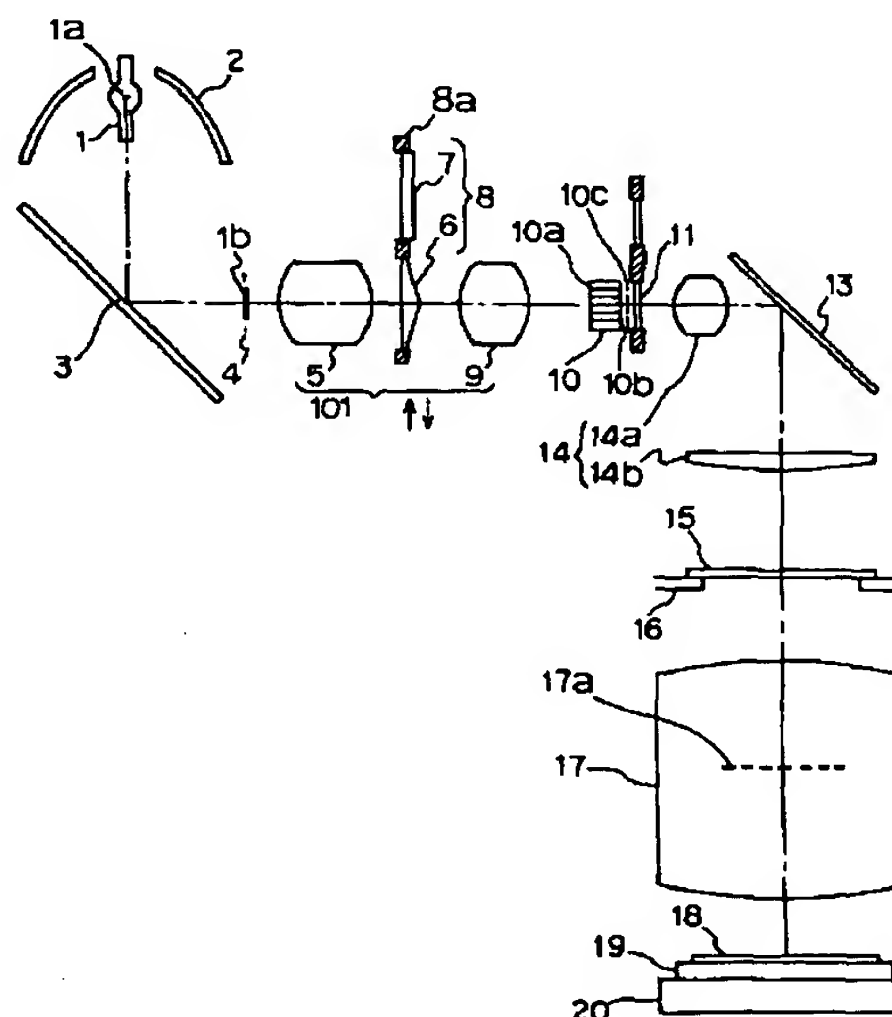
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 照明装置及びそれを用いた投影露光装置

(57)【要約】 (修正有)

【目的】 パターン形状の方向や線幅等により最適な照明系を選択して高解像力の投影露光が可能な半導体素子の製造に好適な照明装置及びそれを用いた投影露光装置を得ること。

【構成】 楕円鏡2の第1焦点近傍に発光部1を配置し、該発光部からの光束で該楕円鏡を介して該楕円鏡の第2焦点近傍に該発光部の像を形成し、該発光部の像からの光束で複数の微小レンズを2次元的に配列したオプティカルインテグレータ10を介して被照射面を照明する際、該楕円鏡とオプティカルインテグレータとの間に入射光束を所定方向に偏向させる光路中より揮脱可能な光学素子を配置して該オプティカルインテグレータの入射面の光強度分布を変更するようにしたこと。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 楕円鏡の第1焦点近傍に発光部を配置し、該発光部からの光束で該楕円鏡を介して該楕円鏡の第2焦点近傍に該発光部の像を形成し、該発光部の像からの光束で複数の微小レンズを2次元的に配列したオブティカルインテグレータを介して被照射面を照明する際、該楕円鏡とオブティカルインテグレータとの間に入射光束を所定方向に偏向させる光路中より挿脱可能な光学素子を配置して該オブティカルインテグレータの入射面の光強度分布を変更するようにしたことを特徴とする照明装置。

【請求項2】 楕円鏡の第1焦点近傍に発光部を配置し、該発光部からの光束で該楕円鏡を介して該楕円鏡の第2焦点近傍に該発光部の像を形成し、該発光部の像を結像系により複数の微小レンズを2次元的に配列したオブティカルインテグレータの入射面に結像させ、該オブティカルインテグレータの射出面からの光束で被照射面を照明する際、該結像系の瞳面近傍に入射光束を所定方向に偏向させる光路中より挿脱可能な光学素子を配置して該オブティカルインテグレータの入射面の光強度分布を変更するようにしたことを特徴とする照明装置。

【請求項3】 光源からの光束で複数の微小レンズを2次元的に配列したオブティカルインテグレータを介して被照射面を照明する際、該光源とオブティカルインテグレータとの間に入射光束を所定方向に偏向させる光路中より挿脱可能な光学素子を配置して該光学素子により該オブティカルインテグレータの入射面の光強度分布を変更するようにしたことを特徴とする照明装置。

【請求項4】 前記オブティカルインテグレータの入射面への光束の入射角度を変更する変更手段を有していることを特徴とする請求項1、2又は3の照明装置。

【請求項5】 前記オブティカルインテグレータの射出面近傍に中心部に比べ周辺部で多くの光を通過させる絞り部材を着脱可能に配置したことを特徴とする請求項1、2又は3の照明装置。

【請求項6】 楕円鏡の第1焦点近傍に発光部を配置し、該発光部からの光束で該楕円鏡を介して該楕円鏡の第2焦点近傍に該発光部の像を形成し、該発光部の像からの光束で複数の微小レンズを2次元的に配列したオブティカルインテグレータを介して第1物体面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系を介して第2物体面上に投影露光する際、該楕円鏡とオブティカルインテグレータとの間に入射光束を所定方向に偏向させる光路中より挿脱可能な光学素子を配置して該オブティカルインテグレータの入射面の光強度分布を変更し、該投影光学系の瞳面上の光強度分布を調整したことを特徴とする投影露光装置。

【請求項7】 楕円鏡の第1焦点近傍に発光部を配置し、該発光部からの光束で該楕円鏡を介して該楕円鏡の第2焦点近傍に該発光部の像を形成し、該発光部の像を

結像系により複数の微小レンズを2次元的に配列したオブティカルインテグレータの入射面に結像させ、該オブティカルインテグレータの射出面からの光束で第1物体面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系を介して第2物体面上に投影露光する際、該結像系の瞳面近傍に入射光束を所定方向に偏向させる光路中より挿脱可能な光学素子を配置して該オブティカルインテグレータの入射面の光強度分布を変更し、該投影光学系の瞳面上の光強度分布を調整したことを特徴とする投影露光装置。

【請求項8】 光源からの光束で複数の微小レンズを2次元的に配列したオブティカルインテグレータを介して第1物体面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系により第2物体面上に投影露光する際、該光源とオブティカルインテグレータとの間に入射光束を所定方向に偏向させる光路中より挿脱可能な光学素子を配置して該光学素子により該オブティカルインテグレータの入射面の光強度分布を変更し、該投影光学系の瞳面上の光強度分布を調整したことを特徴とする投影露光装置。

【請求項9】 前記オブティカルインテグレータの入射面への光束の入射角度を変更する変更手段を有していることを特徴とする請求項6、7又は8の投影露光装置。

【請求項10】 楕円鏡の第1焦点近傍に発光部を配置し、該発光部からの光束で該楕円鏡を介して該楕円鏡の第2焦点近傍に該発光部の像を形成し、該発光部の像からの光束で複数の微小レンズを2次元的に配列したオブティカルインテグレータを介して被照射面を照明する際、該楕円鏡とオブティカルインテグレータとの間に入射光束を所定方向に偏向させる光路中より挿脱可能な少なくとも2つのプリズム部材を有する光学素子を配置して該オブティカルインテグレータの入射面の光強度が中心部分が強い回転対称の第1の状態と、中心部分に比べて周辺部分に強い領域を有する第2の状態とを選択するようにしたことを特徴とする照明装置。

【請求項11】 楕円鏡の第1焦点近傍に発光部を配置し、該発光部からの光束で該楕円鏡を介して該楕円鏡の第2焦点近傍に該発光部の像を形成し、該発光部の像を結像系により複数の微小レンズを2次元的に配列したオブティカルインテグレータの入射面に結像させ、該オブティカルインテグレータの射出面からの光束で被照射面を照明する際、該結像系の一部に入射光束を所定方向に偏向させる光路中より挿脱可能な少なくとも2つのプリズム部材を有する光学素子を配置して該オブティカルインテグレータの入射面の光強度が中心部分が強い回転対称の第1の状態と中心部分に比べて周辺部分に強い領域を有する第2の状態とを選択するようにしたことを特徴とする照明装置。

【請求項12】 楕円鏡の第1焦点近傍に発光部を配置し、該発光部からの光束で該楕円鏡を介して該楕円鏡の第2焦点近傍に該発光部の像を形成し、該発光部の像か

10

20

30

40

50

らの光束で複数の微小レンズを2次元的に配列したオブティカルインテグレータを介して第1物体面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系を介して第2物体面上に投影露光する際、該楕円鏡とオブティカルインテグレータとの間に入射光束を所定方向に偏向させる光路中より挿脱可能な少なくとも2つのプリズム部材を有する光学素子を配置して該オブティカルインテグレータの入射面の光強度分布を変更し、該投影光学系の瞳面上の光強度が中心部分が強い回転対称の第1の状態と中心部分に比べて周辺部分に強い領域を有する第2の状態とを

選択するようにしたことを特徴とする投影露光装置。
 【請求項13】 楕円鏡の第1焦点近傍に発光部を配置し、該発光部からの光束で該楕円鏡を介して該楕円鏡の第2焦点近傍に該発光部の像を形成し、該発光部の像を結像系により複数の微小レンズを2次元的に配列したオブティカルインテグレータの入射面に結像させ、該オブティカルインテグレータの射出面からの光束で第1物体面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系を介して第2物体面上に投影露光する際、該結像系の一部に入射光束を所定方向に偏向させる光路中より挿脱可能な少なくとも2つのプリズム部材を有する光学素子を配置して該オブティカルインテグレータの入射面の光強度分布を変更し、該投影光学系の瞳面上の光強度が中心部分が強い回転対称の第1の状態と中心部分に比べて周辺部分に強い領域を有する第2の状態とを選択するようにしたことを特徴とする投影露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は照明装置及びそれを用いた投影露光装置に関し、具体的には半導体素子の製造装置である所謂ステッパーにおいてレチクル面上のパターンを適切に照明し、高い解像力が容易に得られるようにした照明装置及びそれを用いた投影露光装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】最近の半導体素子の製造技術の進展は目覚ましく、又それに伴う微細加工技術の進展も著しい。特に光加工技術は1MDRAMの半導体素子の製造を境にサブミクロンの解像力を有する微細加工の技術まで達している。解像力を向上させる手段としてこれまで多くの場合、露光波長を固定して、光学系のNA（開口数）を大きくしていく方法を用いていた。しかし最近では露光波長をg線からi線に変えて、超高压水銀灯を用いた露光法により解像力を向上させる試みも種々に行なわれている。

【0003】露光波長としてg線やi線を用いる方法の発展と共にレジストプロセスも同様に発展してきた。この光学系とプロセスの両者が相まって、光リソグラフィが急激に進歩してきた。

【0004】一般にステッパーの焦点深度はNAの2乗

に反比例することが知られている。この為サブミクロンの解像力を得ようとする、それと共に焦点深度が浅くなってくるという問題点が生じてくる。

【0005】これに対してエキシマレーザーに代表される更に短い波長の光を用いることにより解像力の向上を図る方法が種々と提案されている。短波長の光を用いる効果は一般に波長に反比例する効果を持っていることが知られており、波長を短くした分だけ焦点深度は深くなる。

10 【0006】短波長化の光を用いる他に解像力を向上させる方法として位相シフトマスクを用いる方法（位相シフト法）が種々と提案されている。この方法は従来のマスクの一部に、他の部分とは通過光に対して180度の位相差を与える薄膜を形成し、解像力を向上させようとするものであり、IBM社（米国）のLevensonらにより提案されている。解像力RPは波長を λ 、パラメータを k_1 、開口数をNAとすると一般に式

$$RP = k_1 \lambda / NA$$

20 で示される。通常0.7～0.8が実用域とされるパラメータ k_1 は、位相シフト法によれば0.35ぐらい迄大幅に改善できることが知られている。

【0007】位相シフト法には種々のものが知られており、それらは例えば日系マイクロデバイス1990年7月号108ページ以降の福田等の論文に詳しく記載されている。

【0008】しかしながら実際に空間周波数変調型の位相シフトマスクを用いて解像力を向上させるためには未だ多くの問題点が残っている。例えば現状で問題点となっているものとして以下のものがある。

- 30 (イ)．位相シフト膜を形成する技術が未確立。
- (ロ)．位相シフト膜用の最適なCADの開発が未確立。
- (ハ)．位相シフト膜を付けられないパターンの存在。
- (ニ)．(ハ)に関連してネガ型レジストを使用せざるをえないこと。
- (ホ)．検査、修正技術が未確立。

【0009】このため実際に、この位相シフトマスクを利用して半導体素子を製造するには様々な障害があり、現在のところ大変困難である。

40 【0010】これに対して本出願人は照明装置を適切に構成することにより、より解像力を高めた露光方法及びそれを用いた露光装置を特願平3-28631号（平成3年2月22日出願）で提案している。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】本出願人が先に提案した露光装置においては主として k_1 ファクターが0.5付近の空間周波数が高い領域に注目した照明系を用いている。この照明系は空間周波数が高いところでは焦点深度が深い。

50 【0012】実際の半導体集積回路の製造工程はパター

ンの高い解像性能が必要とされる工程、それほどパターンの解像性能は必要とされない工程と種々様々である。従って現在求められているのは各工程独自に求められる解像性能への要求に対応できる投影露光装置である。

【0013】本発明は投影焼き付けを行なう対象とするパターン形状及び解像線幅に応じて適切なる照明方法をその都度適用し、即ち最大20を越える工程数を有する集積回路製造工程に対応するため、従来型の照明系と高解像型の照明系を目的に応じて光束の有効利用を図りつつ容易に切り替えることができ、高い解像力が容易に得られる照明装置及びそれを用いた投影露光装置の提供を目的とする。

【0014】又、上記とは異なる高解像力の露光方法として輪帯照明を利用したものが特開昭61-91622号公報で提案されている。同公報では輪帯照明と通常照明との切換の際に光線の利用効率を落とさない方法として、オブティカルインテグレータの前に円錐レンズを着脱可能とし、オブティカルインテグレータに入る光の分布を円錐レンズの着脱により周辺円輪状と中央集中型とに切り替え可能としている。

【0015】しかしながらこの方法は、輪帯照明には効果があるが、本出願人が先に提案した照明装置には余り効果がない。又オブティカルインテグレータに入る光の分布を周辺円輪状から中央集中型にする提案が特開昭58-81813号公報、特開昭58-43416号公報、特開昭58-160914号公報、特開昭59-143146号公報で提案されているが、これらの照明装置は輪帯照明には効果があるが、本出願人が先に提案した照明装置には余り効果がない。

【0016】本発明は、輪帯照明だけではなく、本出願人が先に提案したパターン形状に応じて照明方法を変える照明装置にも光束の利用効率を低下させないで照明することができる照明装置及びそれを用いた投影露光装置の提供を目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】本発明の照明装置は、

(1-イ) 楕円鏡の第1焦点近傍に発光部を配置し、該発光部からの光束で該楕円鏡を介して該楕円鏡の第2焦点近傍に該発光部の像を形成し、該発光部の像からの光束で複数の微小レンズを2次元的に配列したオブティカルインテグレータを介して被照射面を照明する際、該楕円鏡とオブティカルインテグレータとの間に入射光束を所定方向に偏向させる光路中より挿脱可能な光学素子を配置して該オブティカルインテグレータの入射面の光強度分布を変更するようにしたことを特徴としている。

【0018】(1-ロ) 楕円鏡の第1焦点近傍に発光部を配置し、該発光部からの光束で該楕円鏡を介して該楕円鏡の第2焦点近傍に該発光部の像を形成し、該発光部の像を結像系により複数の微小レンズを2次元的に配列したオブティカルインテグレータの入射面に結像させ、

該オブティカルインテグレータの射出面からの光束で被照射面を照明する際、該結像系の瞳面近傍に入射光束を所定方向に偏向させる光路中より挿脱可能な光学素子を配置して該オブティカルインテグレータの入射面の光強度分布を変更するようにしたことを特徴としている。

【0019】(1-ハ) 光源からの光束で複数の微小レンズを2次元的に配列したオブティカルインテグレータを介して被照射面を照明する際、該光源とオブティカルインテグレータとの間に入射光束を所定方向に偏向させる光路中より挿脱可能な光学素子を配置して該光学素子により該オブティカルインテグレータの入射面の光強度分布を変更するようにしたことを特徴としている。

【0020】(1-ニ) 楕円鏡の第1焦点近傍に発光部を配置し、該発光部からの光束で該楕円鏡を介して該楕円鏡の第2焦点近傍に該発光部の像を形成し、該発光部の像からの光束で複数の微小レンズを2次元的に配列したオブティカルインテグレータを介して被照射面を照明する際、該楕円鏡とオブティカルインテグレータとの間に入射光束を所定方向に偏向させる光路中より挿脱可能な少なくとも2つのプリズム部材を有する光学素子を配置して該オブティカルインテグレータの入射面の光強度が中心部分が強い回転対称の第1の状態と、中心部分に比べて周辺部分に強い領域を有する第2の状態とを選択するようにしたことを特徴としている。

【0021】(1-ホ) 楕円鏡の第1焦点近傍に発光部を配置し、該発光部からの光束で該楕円鏡を介して該楕円鏡の第2焦点近傍に該発光部の像を形成し、該発光部の像を結像系により複数の微小レンズを2次元的に配列したオブティカルインテグレータの入射面に結像させ、該オブティカルインテグレータの射出面からの光束で被照射面を照明する際、該結像系の一部に入射光束を所定方向に偏向させる光路中より挿脱可能な少なくとも2つのプリズム部材を有する光学素子を配置して該オブティカルインテグレータの入射面の光強度が中心部分が強い回転対称の第1の状態と中心部分に比べて周辺部分に強い領域を有する第2の状態とを選択するようにしたことを特徴としている。

【0022】又本発明の投影露光装置は、

(1-ヘ) 楕円鏡の第1焦点近傍に発光部を配置し、該発光部からの光束で該楕円鏡を介して該楕円鏡の第2焦点近傍に該発光部の像を形成し、該発光部の像からの光束で複数の微小レンズを2次元的に配列したオブティカルインテグレータを介して第1物体面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系を介して第2物体面上に投影露光する際、該楕円鏡とオブティカルインテグレータとの間に入射光束を所定方向に偏向させる光路中より挿脱可能な光学素子を配置して該オブティカルインテグレータの入射面の光強度分布を変更し、該投影光学系の瞳面上の光強度分布を調整したことを特徴としている。

【0023】(1-ト) 楕円鏡の第1焦点近傍に発光部

を配置し、該発光部からの光束で該楕円鏡を介して該楕円鏡の第2焦点近傍に該発光部の像を形成し、該発光部の像を結像系により複数の微小レンズを2次的に配列したオブティカルインテグレータの入射面に結像させ、該オブティカルインテグレータの射出面からの光束で第1物体面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系を介して第2物体面上に投影露光する際、該結像系の瞳面近傍に入射光束を所定方向に偏向させる光路中より挿脱可能な光学素子を配置して該オブティカルインテグレータの入射面の光強度分布を変更し、該投影光学系の瞳面上の光強度分布を調整したことを特徴としている。

【0024】(1-チ)光源からの光束で複数の微小レンズを2次的に配列したオブティカルインテグレータを介して第1物体面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系により第2物体面上に投影露光する際、該光源とオブティカルインテグレータとの間に入射光束を所定方向に偏向させる光路中より挿脱可能な光学素子を配置して該光学素子により該オブティカルインテグレータの入射面の光強度分布を変更し、該投影光学系の瞳面上の光強度分布を調整したことを特徴としている。

【0025】(1-リ)楕円鏡の第1焦点近傍に発光部を配置し、該発光部からの光束で該楕円鏡を介して該楕円鏡の第2焦点近傍に該発光部の像を形成し、該発光部の像からの光束で複数の微小レンズを2次的に配列したオブティカルインテグレータを介して第1物体面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系を介して第2物体面上に投影露光する際、該楕円鏡とオブティカルインテグレータとの間に入射光束を所定方向に偏向させる光路中より挿脱可能な少なくとも2つのプリズム部材を有する光学素子を配置して該オブティカルインテグレータの入射面の光強度分布を変更し、該投影光学系の瞳面上の光強度が中心部分が強い回転対称の第1の状態と中心部分に比べて周辺部分に強い領域を有する第2の状態とを選択するようにしたことを特徴としている。

【0026】(1-ヌ)楕円鏡の第1焦点近傍に発光部を配置し、該発光部からの光束で該楕円鏡を介して該楕円鏡の第2焦点近傍に該発光部の像を形成し、該発光部の像を結像系により複数の微小レンズを2次的に配列したオブティカルインテグレータの入射面に結像させ、該オブティカルインテグレータの射出面からの光束で第1物体面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系を介して第2物体面上に投影露光する際、該結像系の一部に入射光束を所定方向に偏向させる光路中より挿脱可能な少なくとも2つのプリズム部材を有する光学素子を配置して該オブティカルインテグレータの入射面の光強度分布を変更し、該投影光学系の瞳面上の光強度が中心部分が強い回転対称の第1の状態と中心部分に比べて周辺部分に強い領域を有する第2の状態とを選択するようにしたことを特徴としている。

【0027】

【実施例】図1は本発明の照明装置及びそれを用いた投影露光装置の一実施例を示す概略構成図であり、ステッパと呼ばれる縮小型の投影型露光装置に本発明を適用した例である。

【0028】図中1は紫外線や遠紫外線等を放射する高輝度の超高圧水銀灯等の光源でその発光部1aは楕円ミラー2の第1焦点近傍に配置している。

【0029】光源1より発した光が楕円ミラー2によって集光され、コールドミラー3で反射して楕円ミラー2の第2焦点近傍4に発光部1aの像(発光部像)1bを形成している。コールドミラー3は多層膜より成り、主に赤外光を透過させると共に紫外光を反射させている。

【0030】101は結像系であり、2つのレンズ系5、9を有しており、第2焦点近傍4に形成した発光部像1bを後述する光学素子8を介してオブティカルインテグレータ10の入射面10aに結像している。光学素子8は入射光束を所定方向に変更させる円錐プリズムより成るプリズム部材6と入射光束をそのまま射出させる平行平板7とを有している。

【0031】8aは保持部材であり、光学素子8のプリズム部材6と平行平板7を光路中に選択的に切替え配置するように構成している。平行平板7が光路中にあるときは結像系101は射出側でテレセントリックとなっている。光学素子8は結像系101の瞳面近傍に位置している。

【0032】オブティカルインテグレータ10は複数の微小レンズを2次的に配列して構成しており、その射出面10b近傍に2次光源10cを形成している。11は絞り部材であり、複数の開口部材を有しその開口形状が光路中で切替えられる機構を有している。絞り部材11は2次光源10Cに対して、離散している2次光源が重なり合わない領域に配置している。

【0033】14aはレンズ系であり、オブティカルインテグレータ10の射出面10bからの光束を集光し、絞り部材11とミラー13を介してコリメータレンズ14bと共にレチクルステージ16に載置した被照射面であるレチクル15を照明している。レンズ系14aとコリメータレンズ14bは集光レンズ14を構成している。

【0034】17は投影光学系であり、レチクル15に描かれたパターンをウエハチャック19に載置したウエハ18面上に縮小投影している。20はウエハステージであり、ウエハチャック19を載置している。本実施例ではオブティカルインテグレータ10の射出面10b近傍の2次光源10Cは集光レンズ14により投影光学系17の瞳17a近傍に形成されている。

【0035】本実施例ではレチクル15のパターンの方向性及び解像線巾等に応じて光学素子8のプリズム部材6、又は平行平板7を選択的に光路中に切り変えたと共に必要に応じて絞り部材11の開口形状を変化させてい

る。これにより投影光学系17の瞳面17aに形成される2次光源像の光強度分布を変化させて前述の特願平3-28631号で提案した照明方法と同様にして高解像度が可能で投影露光を行なっている。

【0036】次に本実施例において光学素子8を利用することによりオブティカルインテグレータ10の入射面10aの光強度分布を変更すると共に投影光学系17の瞳面17aに形成される2次光源像の光強度分布の変更方法について説明する。

【0037】図2、図3は各々図1の楕円鏡2からオブティカルインテグレータ10に至る光路を展開した時の要部概略図である。図2、図3ではミラー3は省略している。図2、図3では、光学素子8の各要素6、7を切り替えてオブティカルインテグレータ10の入射面10aの光強度分布を変更させている場合を示している。

【0038】図2は光学素子8のうちの平行平板7を光路中に配置した場合を、図3では光学素子8のうちのプリズム部材6を光路中に配置した場合を示している。

【0039】図2の照明系は主に高解像力をあまり必要とせず焦点深度を深くした投影を行う場合（第1の状態）であり、従来と同じ照明方法である。図3の照明系は本発明の特徴とする主に高解像力を必要とする投影を行う場合（第2の状態）である。

【0040】図2（C）、図3（C）はそれぞれオブティカルインテグレータ10の入射面10aにおける光強度分布を模式的に示している。図中斜線の部分が他の領域に比べ光強度が強い領域である。図2（B）、図3（B）はそれぞれ図2（C）、図3（C）に示すX軸方向に沿った光強度Iの分布を示した説明図である。

【0041】図2では光学素子8の平行平板7を光路中に配置し、楕円鏡2の第2焦点4に形成した発光部像1bを結像系101によりオブティカルインテグレータ10の入射面10aに結像させている。このとき図2（B）に示すように、オブティカルインテグレータ10の入射面10aでのX方向の光強度分布は、略ガウス型の回転対称となっている。

【0042】図3では光学素子8のプリズム部材6を光路中に配置しオブティカルインテグレータ10の入射面10aでの光強度分布は図3（B）、図3（C）に示すように、光軸部分が弱く周辺で強いリング状の光強度分布となっている。以下にこの理由について説明する。

【0043】図4は図2（A）の平行平板7とレンズ系9そしてオブティカルインテグレータ10の入射面10aとの配置を模式的に示したものである。本実施例においては平行平板7とレンズ系9の前側主点位置及びレンズ系9の後側主点位置とオブティカルインテグレータ10の入射面10aの光学的距離は、レンズ系9の焦点距離をf。とすると、それぞれ距離f。となるように配置している。

【0044】このとき平行平板7を角度α。で射出する

光束の入射面10aへの光軸からの入射高t₁は、

$$t_1 = f_0 \cdot \tan \alpha。$$

となる。平行平板7を通過する最外側の光束の光軸からの高さをS。とするとオブティカルインテグレータ入射面10aへの入射角βは、

【0045】

【数1】

$$\beta = \tan^{-1} \left(\frac{S_0}{f_0} \right)$$

となる。

【0046】従って、平行平板7の位置（レンズ系9の前側焦点面）において光束の角度を振った時、オブティカルインテグレータ10の入射面10aへの入射角を変えずに入射位置のみを変えることができる。

【0047】本実施例では以上の光学原理により、平行平板7から円錐プリズムより成るプリズム部材6に切替えることにより、オブティカルインテグレータ10の入射面10aにおいて光軸部分が弱く周辺部で強いリング状の光強度分布に変更している。

【0048】オブティカルインテグレータ10の入射面10aでの光強度分布は投影光学系17の瞳面17aに形成される有効光源の光強度分布に対応しているため、平行平板7からプリズム部材6に切替えることにより、投影光学系17の瞳面上で中心部分（光軸部分）に比べて周辺部分で光強度が強い有効光源の光強度分布を形成している。

【0049】尚、本実施例においてはオブティカルインテグレータ10の射出面10b近傍に絞り部材11を設けており、この絞り部材11は例えば複数の開口を有しその開口形状を任意に変更させることができる機構を有している。この絞り部材11の開口形状は、投影光学系17の瞳面17aに形成される2次光源像の形状に対応させている。例えば中心部に比べ周辺部で多くの光を通過させる開口を有している。

【0050】本実施例では光学素子8のプリズム部材6への切替え、もしくはプリズム部材6への切替えと絞り部材11の開口形状の変更を併用することにより、光束の有効利用をはかりつつ、所望の有効光源形状を得ている。（尚本実施例において絞り部材11を特に設けなくても本発明の目的を達成することはできる。）本実施例においては以上のような構成により、先の特願平3-28631号で提案したようにレチクル15のパターンの最小線巾が比較的大きい時は従来の照明装置と同様に図2（A）で示す構成とし、オブティカルインテグレータ10の入射面10aの光強度分布がガウス型となるようにしている（第1の状態）。

【0051】又、パターンの最小線巾が小さい時は図3（A）で示す構成とし、オブティカルインテグレータ1

0の入射面10aの光強度分布がリング状となるようにし、又絞り部材11の開口形状を変えることにより、高解像用の照明装置を実現している(第2の状態)。

【0052】尚、図2(A)の第1の状態において平行平板7を挿入しているのは、図3(A)の第2の状態でプリズム部材6を挿入した状態と比べレンズ系5とレンズ系9との間の光路長差を最小限に抑えるためであり、プリズム部材6が薄い、又はレンズ系5とレンズ系9との間の光路長差が多少変わったところで、オブティカルインテグレート10以降の光学性能に影響はない等の時にはこの平行平板7を省略しても良い。

【0053】図5、図6は本実施例において結像系101を構成するレンズ系9の焦点距離 f を変えたときの平行平板7を通過する光束の位置(射出高、 S_1 、 S_2)と偏向角(α_1 、 α_2)に対するオブティカルインテグレート10の入射面10aでの入射高(光軸からの高さ t_1 、 t_2)との関係を示した説明図である。

【0054】図5においてレンズ系9の焦点距離を f_1 としたとき $t_1 = f_1 \tan \alpha_1$ が成立する。又図6においてレンズ系9の焦点距離を f_2 としたとき $t_2 = f_2 \tan \alpha_2$ が成立している。

【0055】これらの式が示すように、レンズ系9の焦点距離 f を大きくとれば、平行平板7の位置において小さい偏向角 α でオブティカルインテグレート10の入射面10aで所定の高さの入射位置 t_1 を得ることができる。このことは、レンズ系9の焦点距離 f を大きくとれば第2の状態でのプリズム部材6の角度(プリズム角)を小さくすることができることを意味している。これによりそれだけ収差の出にくい結像系101を得ることができる。実際にはレンズ系9はプリズム部材6の大きさとの兼ね合いでプリズム角が $5^\circ \sim 20^\circ$ 程度になるような焦点距離に設定している。

【0056】本発明における光学素子8のプリズム部材6は円錐プリズムに限らず入射光束を所定方向に偏向させる部材であればどのような形状であっても良い。例えば図7(A)に示す4角錐プリズムや図8(A)に示す8角錐プリズム等の多角錐プリズムを用いても良い。

【0057】図7(B)、図8(B)は各々図7(A)、図8(A)のプリズム部材を用いた時のオブティカルインテグレート10の入射面10aの光強度分布を模式的に表わしている。図中斜線部分が他の部分に比べて光強度が強くなっている。

【0058】尚、本発明においてプリズム部材6は実施例1のように平行平板7とプリズム部材6の2種類の切り替えの他に3種類以上のプリズム部材と平行平板とを切り替え可能に構成してもよい。

【0059】本発明において図7(A)のような4角錐プリズムを光軸中心に回転し、時間的平滑化をすることにより、図3(C)のようなリング状の光強度分布を作ってもよい。

【0060】又、プリズム部材を切り替えると同時に光源1を光軸方向に移動させ、光強度の強い領域の大きさを変えても良い。

【0061】図9は本発明の実施例2の一部分の要部概略図である。

【0062】本実施例では、図1の実施例1に比べてオブティカルインテグレート10よりも前方(光源1側)の光路中にハーフミラー30を設け、結像系101からの光束の一部を光検出器31(CCDや4分割センサー等)に入射させている点が異っており、その他の構成は同じである。

【0063】本実施例ではオブティカルインテグレート10の入射面10aにおける光強度分布を間接的に計測すると共に光強度分布をモニターするようにしている。これにより入射面10aでの光強度及び光強度分布の変動を調整している。

【0064】本実施例において例えば光学素子6を光軸に対して回転させたり、光軸に対して偏心させたりする機構を用いればオブティカルインテグレート10の入射面10aにおける光強度分布を所望の形に変更することが可能となる。

【0065】図10は本発明の実施例3の一部分の要部概略図である。

【0066】本実施例では図1の実施例1に比べてプリズム部材6を光路中に装着すると共にオブティカルインテグレート10の入射面10a側にレンズ系9の代わりに焦点距離の異なるレンズ系33を装着している点が異なり、その他の構成は同じである。

【0067】本実施例ではオブティカルインテグレート10の入射面10aのより狭い領域に光を集中させて所望の形の光強度分布を得ている。

【0068】次に本実施例の光学的作用を図11、図12を用いて説明する。

【0069】図11、図12は光学素子8(プリズム部材6又は平行平板7)からオブティカルインテグレート10までの光路を模式的に示している。図13、図14はそのときのオブティカルインテグレート10の入射面10aにおける一方の光強度分布を示している。

【0070】図11(A)は実施例1において従来の方式の照明を行うときの配置である。一般的にオブティカルインテグレート10に入射できる光線の角度は決まっており、図11(A)の場合その角度は θ_1 である。オブティカルインテグレート10への入射角度が角度 θ_1 を越えないように設計される。この時のオブティカルインテグレート10の入射面10aにおける光強度分布はランジェ・ヘルムホルツの不変量から集光度が制限されてしまい、例えば図13(A)よりも集光度を良くすることはできない。これ以上の集光度を得ようとする、オブティカルインテグレート10への入射角度が角度 θ

、を越えてしまう。

【0071】図11(B)は実施例1においてプリズム部材6を光路中に挿入した状態である。このときの入射面10aの光強度分布を図13(B)に示す。この時の光束の入射面10aへの入射点 S_1 における最大入射角度は図11(A)と同じく θ_1 である。しかし実際に入射してくる光束の有効光束角度は θ_2 である。

【0072】ここで図12(A)に示すように光学素子32(プリズムやフィールドレンズ)を入射面10aの前方に入れることにより最大入射角を小さくすることが

10 できる。この時の入射面10aの光強度分布を図14

(A)に示す。

【0073】ここで最大入射角に余裕ができるため、プリズム部材6からオブティカルインテグレート10までの光学系の焦点距離を短くすれば、より高い集光度を得ることができる。図12(B)はその光学原理を利用して集光度を高めた例である。この時、光強度分布は図13(B)である。図12(B)ではリング形の光強度分布を得るためにプリズム部材6のプリズム角が大きくな

20 っている。

【0074】本実施例では以上示したようにプリズム部材6を挿入したことにより、オブティカルインテグレート10の入射面10aにおける入射角は、その最大入射角が変わらずにかたよりが生じる。そのかたよりを補正し、入射角度の最適化を行うことにより、入射角に余裕ができ、その入射角が限界入射角になるまで集光度を高めている。

【0075】その具体的な手段としてプリズム部材6からオブティカルインテグレート10までの光学系のズーム化、前記光学系の切り替え化、オブティカルインテグレート10の前方にプリズム(プリズム部材6が円錐プリズムの場合円錐プリズム、四角錐プリズムの場合四角錐プリズム)の挿入、非球面レンズの挿入、もしくはこれらの併用等が適用可能である。

【0076】図15は本発明の実施例4の一部分の要部概略図である。

【0077】本実施例では図1の実施例1に比べて光学素子8(プリズム部材6や平行平板7の位置)を結像系101の瞳からずらし、レンズ系9の焦点距離を変えてオブティカルインテグレート10の入射面10aにお

40 ける光強度分布の集光化を図っている点が異っており、その他の構成は同じである。

【0078】図15においてPはレンズ系9の瞳面を表わしている。図15(A)は実施例1での第1の状態の照明状態を示したものであり、オブティカルインテグレート10への入射角は θ である。図15(B)は実施例1で第2の状態の照明状態を示したものであり、該入射角は図11(A)と同じ θ である。この時、プリズム部材6を瞳面Pからずらし図15(C)の如くP面での光束径を小さくすると、該入射角 θ' は図11(A)、

(B)の角度 θ_2 よりも小さくできる。本実施例はこの時にレンズ系9の集点距離を変えてオブティカルインテグレート10の入射面10aにおける光強度分布の極所的集光化を図っている。

【0079】図16は本発明の実施例5の要部概略図である。

【0080】本実施例は図1の実施例1に比べて結像系101を構成するレンズ系5を削除し楕円鏡2の開口2aがレンズ系9によりオブティカルインテグレート10の入射面10aに結像するようにし、かつ光学素子8を楕円鏡2の第2焦点近傍に配置した点が異っており、その他の構成は同じである。

【0081】即ち、図1の実施例では光源1の発光部1a像をオブティカルインテグレート10の入射面10a上に形成し、光学素子8を光源1とオブティカルインテグレート10の間の楕円鏡2の開口2aの結像位置(開口2aの像の位置)近傍にもうけていた。

【0082】これに対し本実施例では楕円鏡2の開口2aの像をオブティカルインテグレート10の入射面10a上に形成し、光学素子8を光源1とオブティカルインテグレート10の間の発光部1aの結像位置(楕円鏡2の第2焦点位置)近傍に設けている。

【0083】又、本実施例ではレンズ系9の前側焦点位置と楕円鏡2の第2焦点位置とが略一致せしめられてレンズ系9により、第2焦点に形成した発光部像1bからの光をほぼ平行な光束に変換し、オブティカルインテグレート10の入射面10a上に向けている。尚、プリズム部材6が挿入されている場合、レンズ系9から4本の平行光束がオブティカルインテグレート10の入射面10a上に向けている。

【0084】図17は本発明の実施例6の要部概略図である。

【0085】本実施例は図1の実施例1に比べて光学素子8を光軸方向に少なくとも2つのプリズム部材6a、6bを配置して構成し、オブティカルインテグレート10の入射面10aの光強度分布を変更する際には、即ち第2の状態とするときには光学素子8(プリズム部材6a、6b)を光路中に装着すると共に結像系101を構成する一部のレンズ系9aを他のレンズ系9bと交換して軸外主光線の入射面10aへの入射角が小さくなるようにして光束の有効利用を図った点が異っており、その他の構成は同じである。

【0086】本実施例では照明方法として第1の状態では光路中にレンズ系9aを配置し(このとき光学素子8は用いていない。)オブティカルインテグレート10の入射面10aの光強度が即ち投影光学系17の瞳面17aでの光強度が中心部分が強い回転対称となるようにしている。

【0087】そして光学素子8(プリズム部材6a、6b)を光路中に配置すると共にレンズ系9aの代わりに

焦点距離の異なるレンズ系9bを配置して第2の状態にしてオブティカルインテグレータ10aの入射面10aへの主光線の入射角が小さくなるようにして、入射面10aの光強度が、即ち投影光学系17の瞳面17aでの光強度が中心部分に比べて周辺部分に強い領域を有するようになっている。

【0088】次に本実施例の構成上の実施例1と異なる特徴を中心について説明する。

【0089】図17においてレンズ系5は第2焦点近傍4に形成した発光部像1bからの光束を集光し、平行光束として射出している。結像系101（レンズ系5とレンズ系9a）は射出側でテレセントリックとなっている。集光レンズ14の少なくとも一部のレンズ系は光軸方向に移動可能となっており、これによりオブティカルインテグレータ10の入射面10aの光強度分布を調整している。

【0090】本実施例では、レチクル15のパターン方向性及び解像線巾等に応じて、結像系101の一部であるレンズ系9aを2枚のプリズム部材6a、6bを含んだ光学素子8とレンズ系9bとに切り替えてオブティカルインテグレータ10の入射面10aでの光強度分布を変えると共に、必要に応じて絞り部材11の開口形状を変化させ、投影光学系17の瞳面17aに形成される2次光源像の光強度分布を変化させている。

【0091】次に本実施例において光学素子8を利用することによりオブティカルインテグレータ10の入射面10aの光強度分布を変更すると共に投影光学系17の瞳面17aに形成される2次光源像の光強度分布の変更方法について説明する。

【0092】図18、図19は各々図17の楕円鏡2からオブティカルインテグレータ10に至る光路を展開したときの要部概略図である。図18、図19ではミラー3は省略している。図18、図19では、光学素子8の各要素を切り替えてオブティカルインテグレータ10の入射面10aの光強度分布を変更させている場合を示している。

【0093】図18はレンズ系9aを光路中に配置した場合を、図19ではレンズ系9aを除去し、その代わりに光学素子8のプリズム部材6a、6bとレンズ系9bを光路中に配置した場合を示している。

【0094】図18の照明系は主に高解像力をあまり必要とせず焦点深度を深くした投影を行う場合（第1の状態）であり、従来と同じ照明方法である。図19の照明系は本発明の特徴とする主に高解像力を必要とする投影を行う場合（第2の状態）である。

【0095】図18（B）、図19（B）はそれぞれオブティカルインテグレータ10の入射面10aにおける光強度分布を模式的に示している。図中斜線の部分が他の領域に比べ光強度が強い領域である。同図ではX軸方向に沿った光強度Iの分布を示している。

【0096】図20（A）、（B）、（C）は図18、図19の各システムにおいて、オブティカルインテグレータ10に入射する光線の様子を模式的に示したものである。図中、 $\pm\theta$ はオブティカルインテグレータ10に入射できる（オブティカルインテグレータ10に入射後けられずに出射できる）光線の範囲（角度）を示したものである。又図中格子線の部分は、オブティカルインテグレータ10に入射する光線のより光強度の大きい部分を表わしている。

10 【0097】図18（A）は通常の照明状態の時の光学配置を示している。この時オブティカルインテグレータ10の入射面10aの光強度分布は、図18（B）に示すようなガウス分布に近い分布になっており、その入射角度は、図20（A）のようになっている。この状態で高解像度用の照明を行なう場合、オブティカルインテグレータ10の後方又は前方に、図21に示すような閉口121aを有する絞り121を挿入する方法がある。しかしながらこの場合、図18（A）の光強度分布図の斜線部の光束しか利用できないため、著しく照度が低下する。

20 【0098】そこで本実施例では図19（A）に示すようにレンズ系9aをより焦点距離の小さいレンズ系9bと交換し（レンズ系9bの焦点距離を f_{9b} とした時、プリズム6aとレンズ系9b、レンズ系9bとオブティカルインテグレータ10の入射面10aのそれぞれの光学距離はそれぞれ f_{9b} となるように配置する）、オブティカルインテグレータ10の入射面10aにおける光強度分布を図19（B）のようになっている。

30 【0099】そして適当なプリズム角度をもったプリズム部材6bをオブティカルインテグレータ10の直前に挿入することにより光線入射角度（軸外光束の入射角度）が図20（C）のように小さくなるようにして、オブティカルインテグレータ10に効率よく入射するようにしている。これにより入射光束のほとんどを照明光として使用するようになっている。

【0100】本実施例では以上のような原理のもとに図19（A）のような光学配置をとることにより、照射面での照度をあまり落とさずに高解像度用の照明を行っている。

40 【0101】本実施例において結像101の一部に設けるプリズム部材6a、6bは4角錐プリズムの他に、図8で示したような多角錐プリズム、4角錐プリズムであっても良い。

50 【0102】本実施例においては通常の照明状態である図18（A）のレンズ系9aを高解像度用の照明状態である図19（A）のレンズ系9bと交換する場合について説明したが、レンズ系9aを構成する各レンズを移動して（ズーム化して）レンズ系9bと同じ状態を作り出してもよいし、一部ズーム化又は一部交換するように構成してもよい。

【0103】又、図21に示すような高解像度用の絞り121は必要に応じて付けても良いし、付けなくてもよい。又本実施例においては結像系101の倍率を変えるためにレンズ系9aの焦点距離を変えているが、レンズ系5の焦点距離を変えても良いし、レンズ系5とレンズ系9aの両方を変えてもよい。

【0104】本実施例において、通常の照明状態（第1の状態）と高解像度用の照明状態（第2の状態）を切り替えると、オブティカルインテグレータ10の入射面10aの光強度分布の違いにより、照射面での照度均一性（照度ムラ）が軸対称に変わってくる場合がある。このような場合、光学系14の一部のレンズを光軸方向に移動することにより、ディストーション等の収差を変え、照明面における軸対称な照度ムラを補正している。

【0105】上記実施例において、光学系14の後に照明面としてレチクル15を配置しているが、光学系14とレチクル15の間に結像系14を配置し、その結像系14におけるレチクル15の共役面を照明してもよい。

【0106】図22は本発明の実施例7の一部分の要部概略図である。

【0107】本実施例は図1の実施例1に比べてオブティカルインテグレータ10と被照射面15との間にハーフミラー43を設けて被照射面での露光量を検出するようにした点が異っており、その他の構成は実質的に同じである。

【0108】図22において44はレチクル面もしくは、レチクルと共役な面である。又45はピンホールであり、面44と光学的に共役な位置に置かれている。31は光検出器（CCDや4分割センサー等）である。

【0109】本実施例ではこのような構成をとることにより、被照射面の中心での有効光源分布をモニターすることができる。又本実施例においては光検出器31において、被照射面での露光量を同時にモニターすることも可能である。

【0110】尚、本実施例においてハーフミラー43をレンズ系13aとコリメーターレンズ14bとの間に配置した場合を示したが、ハーフミラー43はオブティカルインテグレータ10と被照射面15との間であればどこに配置しても良い。

【0111】

【発明の効果】本発明によれば投影露光するレチクル面上の 패턴の細かさ、方向性などを考慮して、該パターンに適合した照明系を選択することによって最適な高解像力の投影露光が可能な照明装置及びそれを用いた投影露光装置を達成している。

【0112】又、本発明によればそれほど細かくないパターンを露光する場合には従来の照明系そのままを用いることができるとともに細かいパターンを露光する場合には光量の損失が少なく高解像を容易に発揮できる照明装置を用いて大きな焦点深度が得られるという効果が得

られる。

【0113】又、照明系のみの変形で像性能がコントロールでき、投影光学系に対しては制約を加えないため、ディストーション、像面の特性などの光学系の主要な性質が照明系で種々変形を加えるのにも変わらず安定しているという効果を有した照明装置及びそれを用いた投影露光装置を達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施例1の要部概略図

【図2】 図1の一部分の説明図

【図3】 図1の一部分の説明図

【図4】 図1のレンズ系9の光学作用の説明図

【図5】 図1のレンズ系9の光学作用の説明図

【図6】 図1のレンズ系9の光学作用の説明図

【図7】 本発明に係るプリズム部材の他の実施例の説明図

【図8】 本発明に係るプリズム部材の他の実施例の説明図

【図9】 本発明の実施例2の一部分の要部概略図

【図10】 本発明の実施例3の一部分の要部概略図

【図11】 本発明の実施例3の光学作用の説明図

【図12】 本発明の実施例3の光学作用の説明図

【図13】 本発明の実施例3に係る光強度分布の説明図

【図14】 本発明の実施例3に係る光強度分布の説明図

【図15】 本発明の実施例4の一部分の要部概略図

【図16】 本発明の実施例5の要部概略図

【図17】 本発明の実施例6の要部概略図

【図18】 図17の一部分の説明図

【図19】 図17の一部分の説明図

【図20】 図17のオブティカルインテグレータ10の入射面10aへの光束の入射状態の説明図

【図21】 絞りの開口状態の説明図

【図22】 本発明の実施例7の一部分の要部概略図

【符号の説明】

1 光源

2 楕円鏡

3 コールドミラー

5, 9 レンズ系

6, 6a, 6b プリズム部材

7 平行平板

8 光学素子

10 オブティカルインテグレータ

11 絞り部材

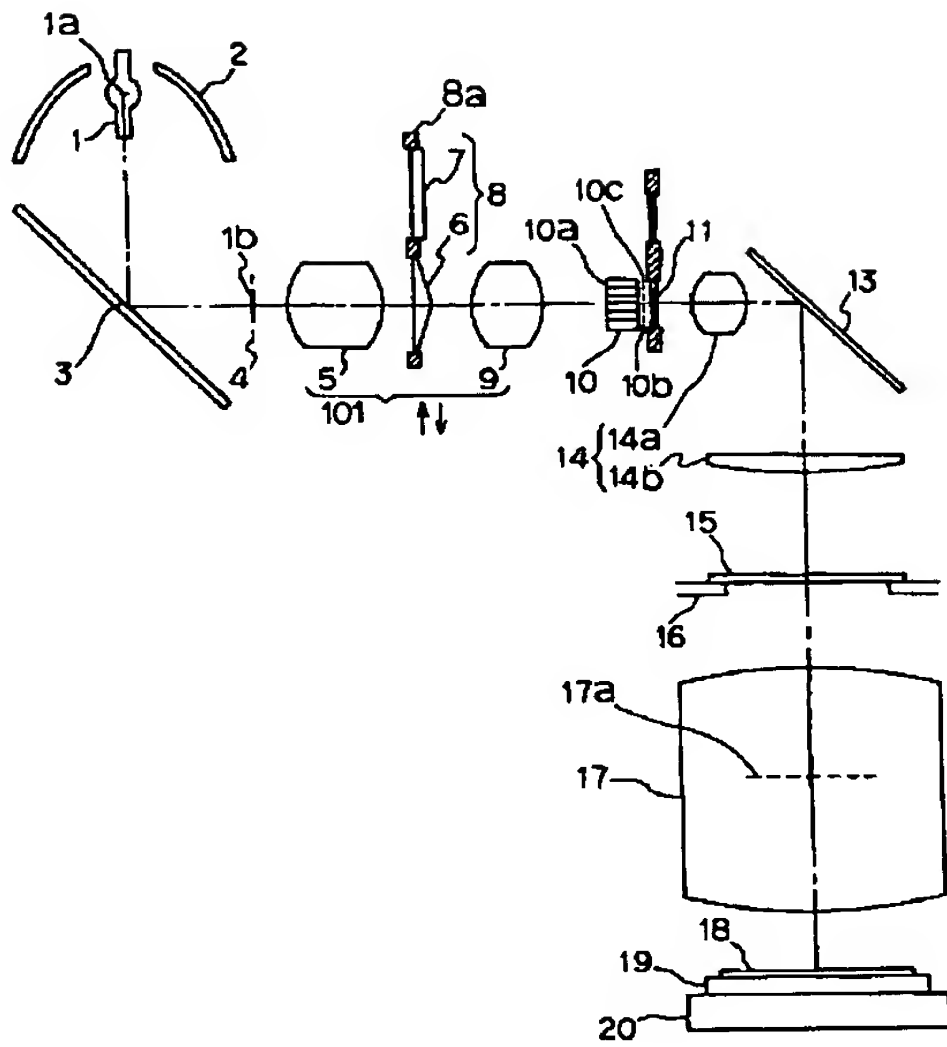
13 ミラー

15 レチクル

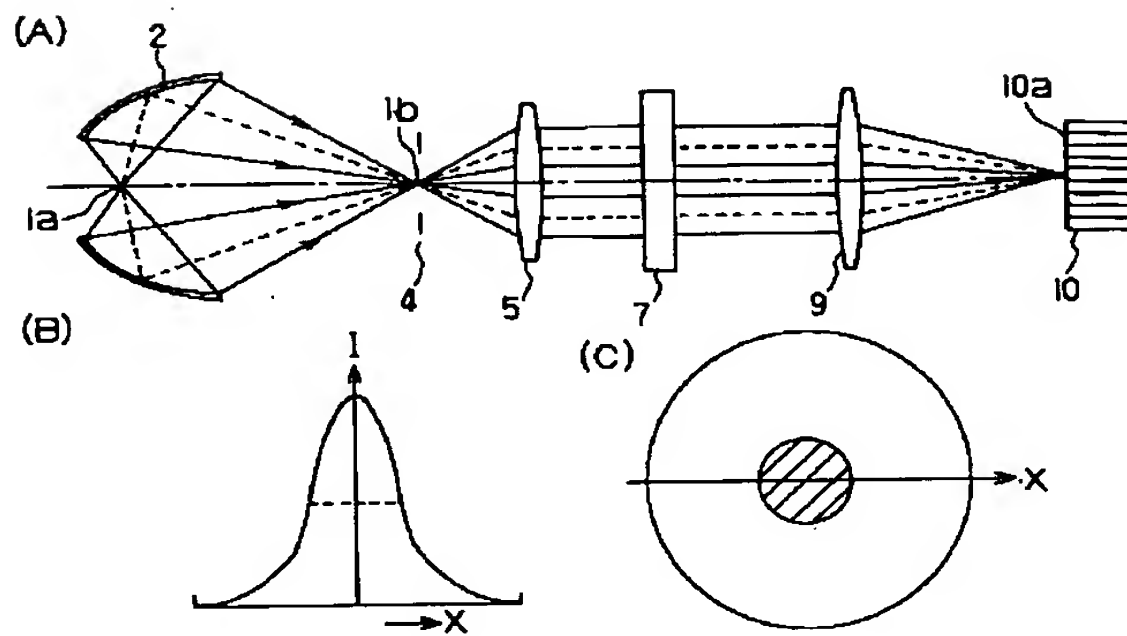
17 投影光学系

18 ウエハ

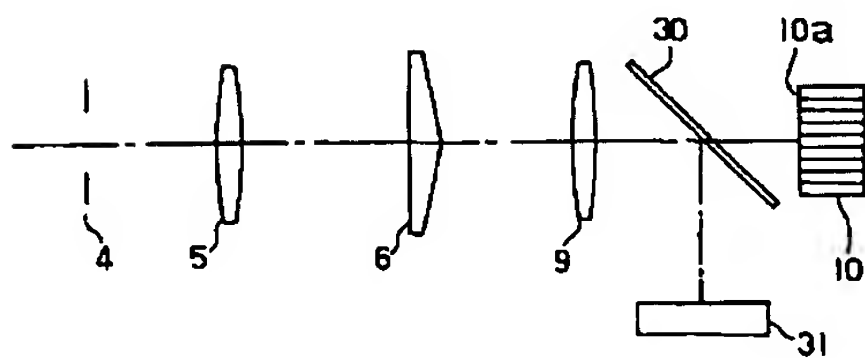
【図1】



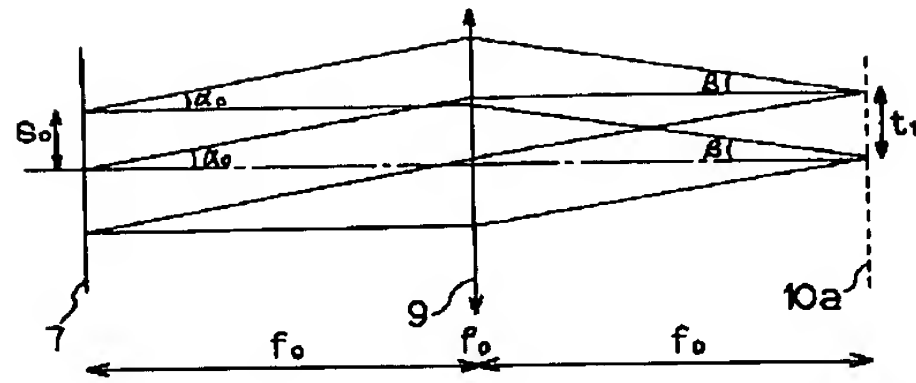
【図2】



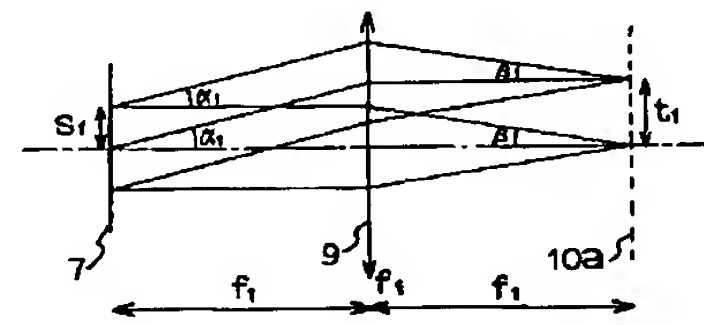
【図9】



【図4】

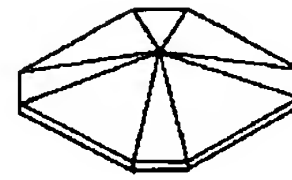


【図5】

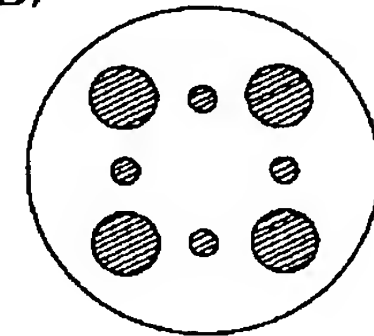


【図8】

(A)

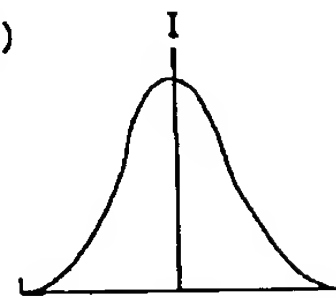


(B)

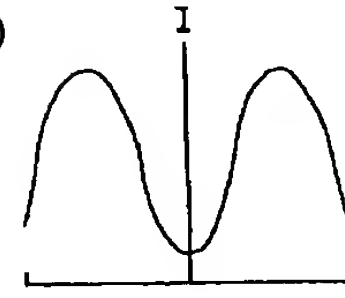


【図13】

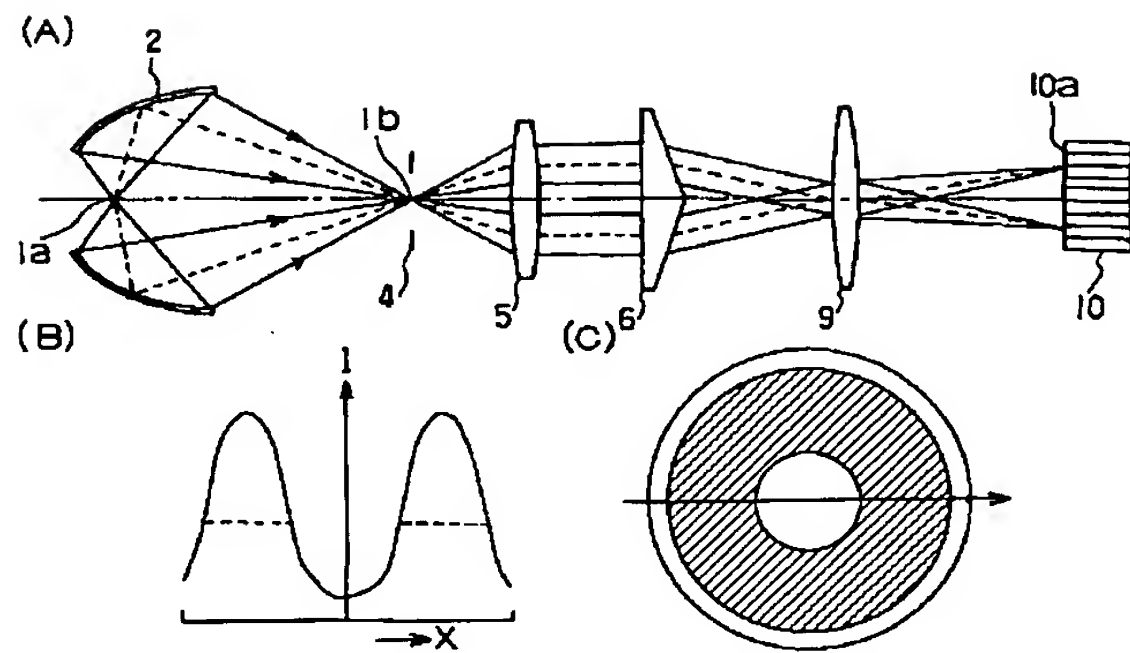
(A)



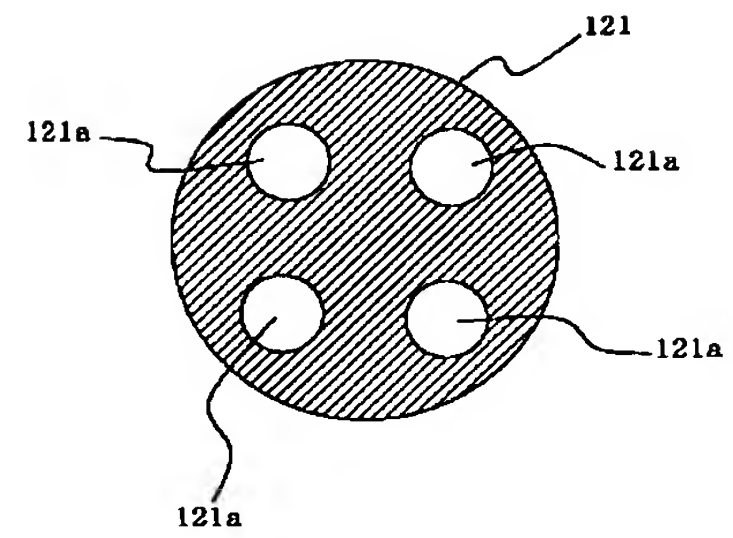
(B)



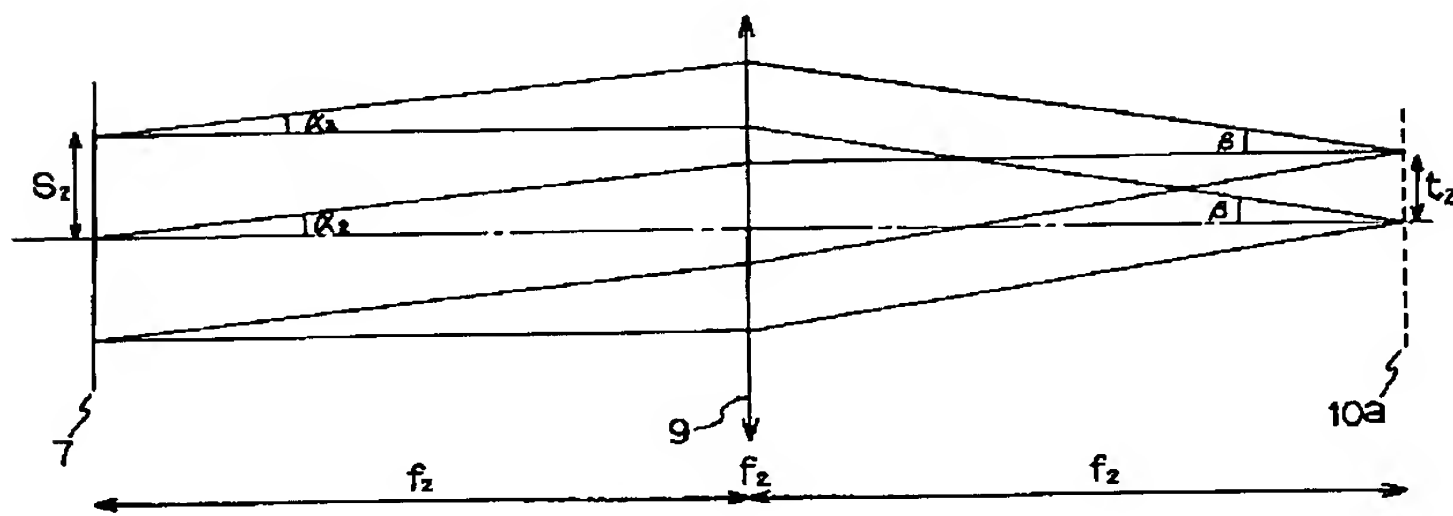
【図3】



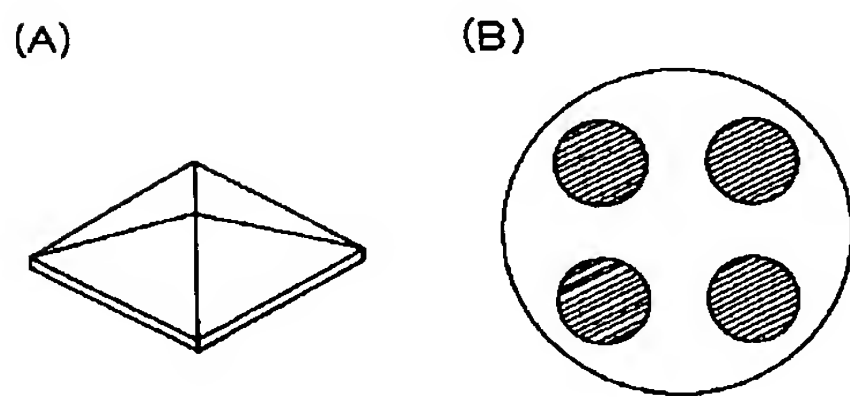
【図21】



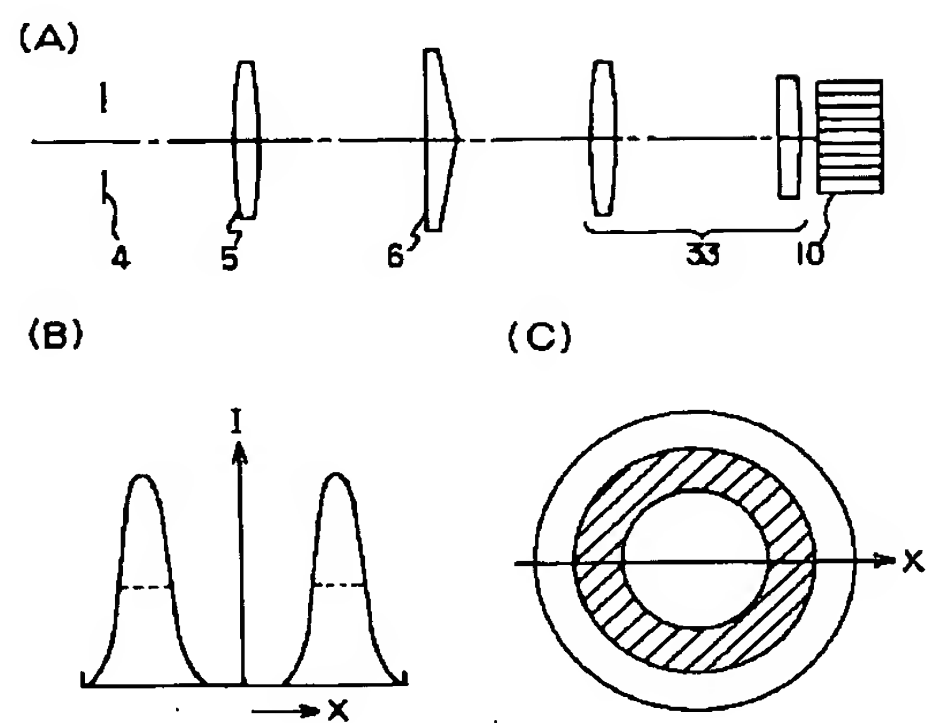
【図6】



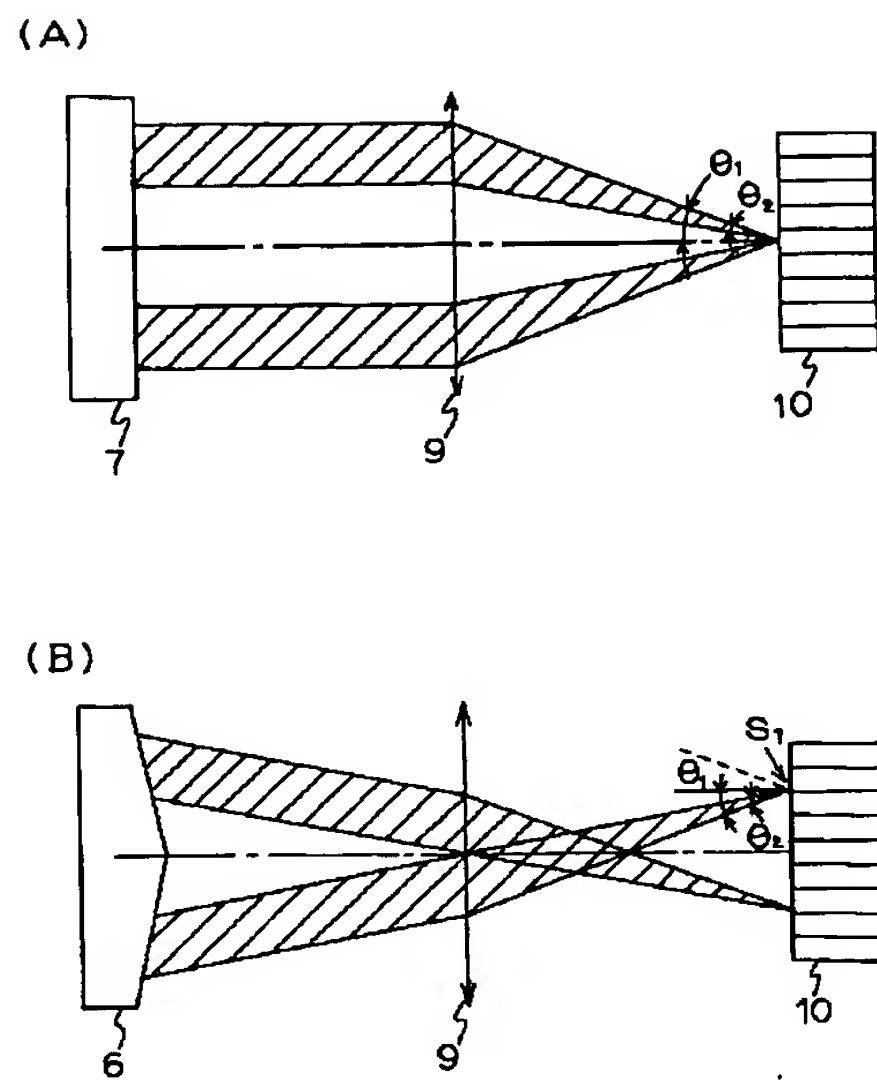
【図7】



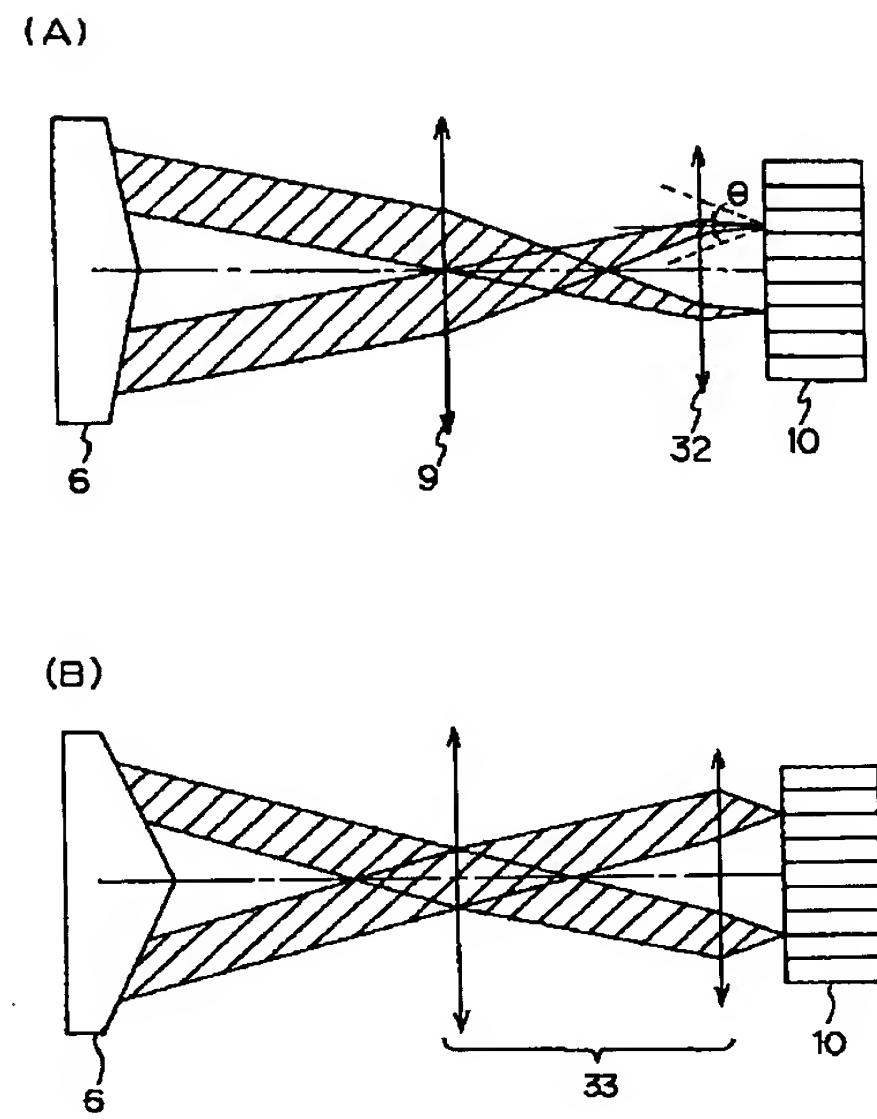
【図10】



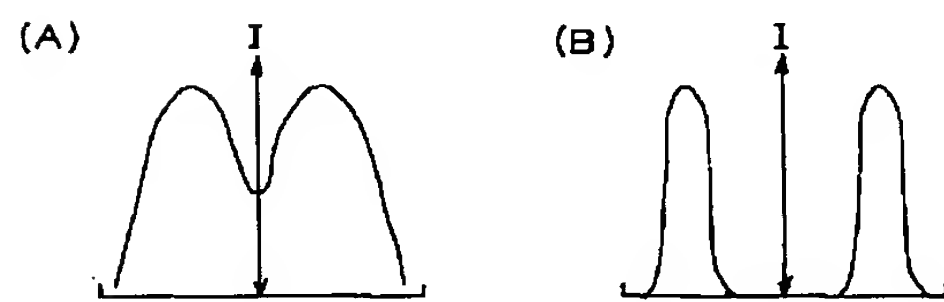
【図11】



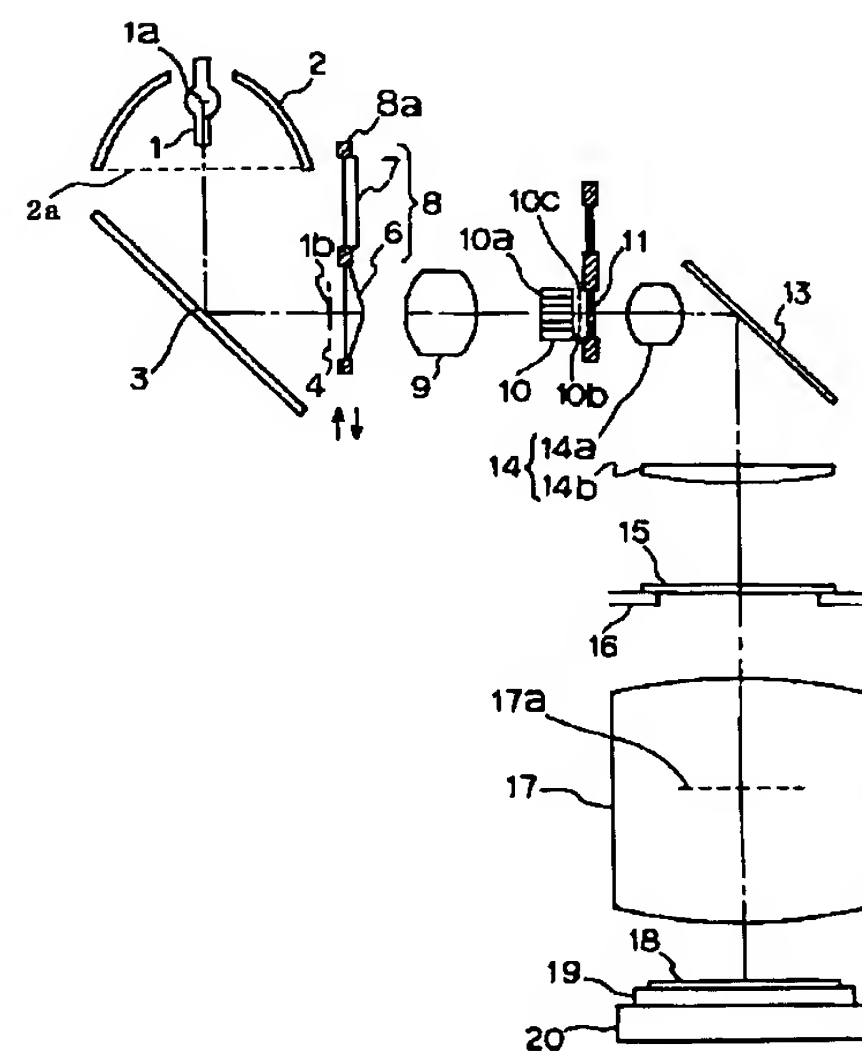
【図12】



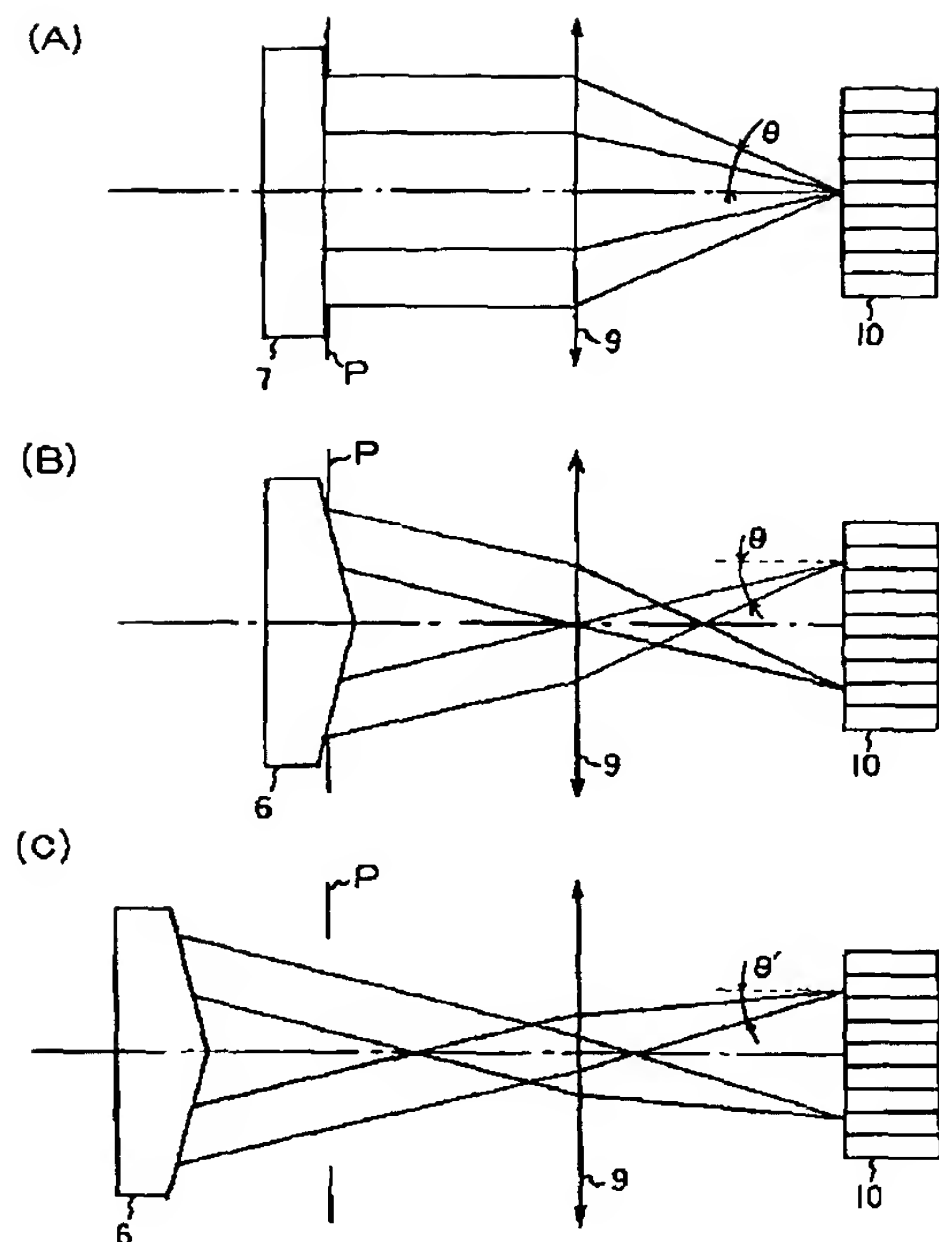
【図14】



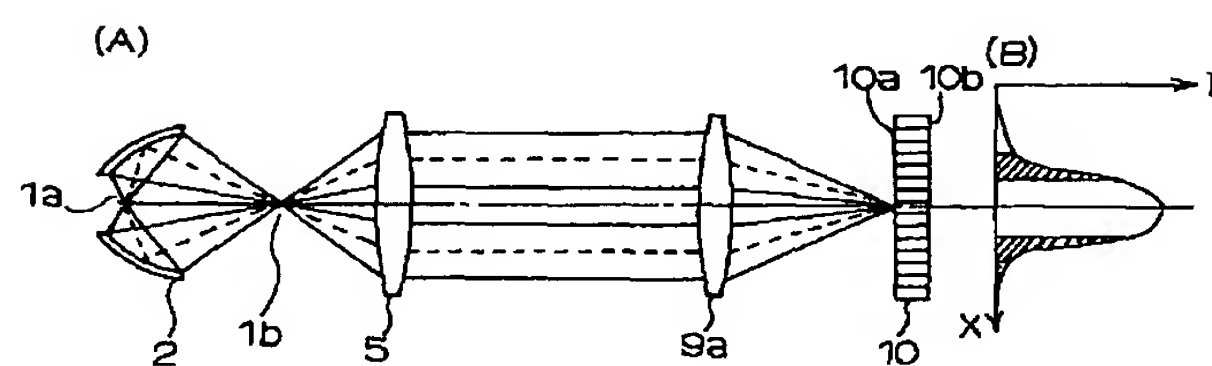
【図16】



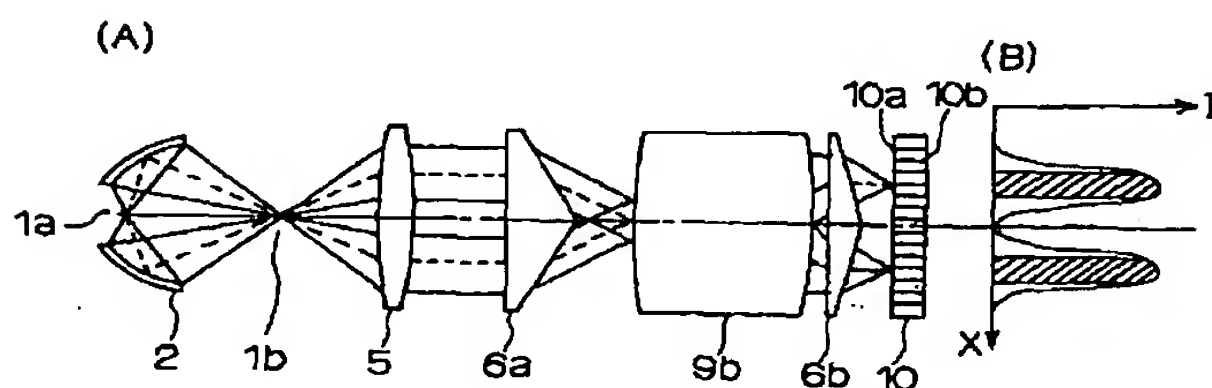
【図15】



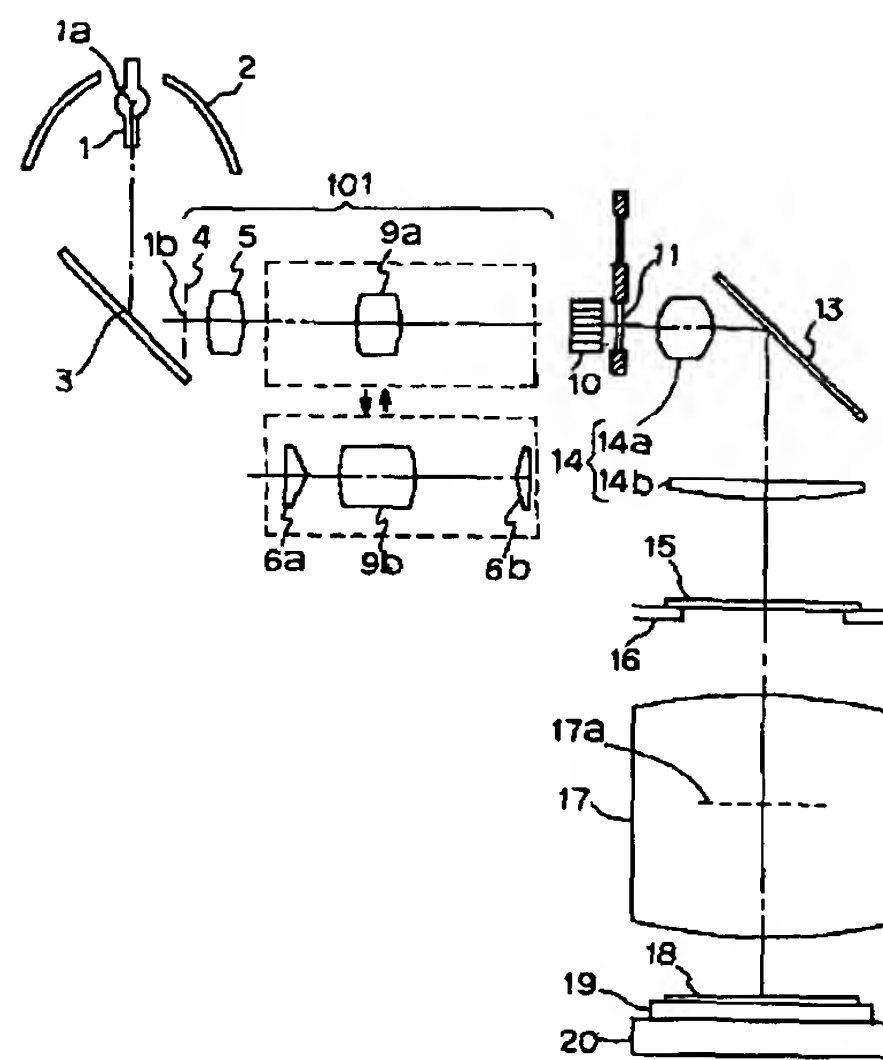
【図18】



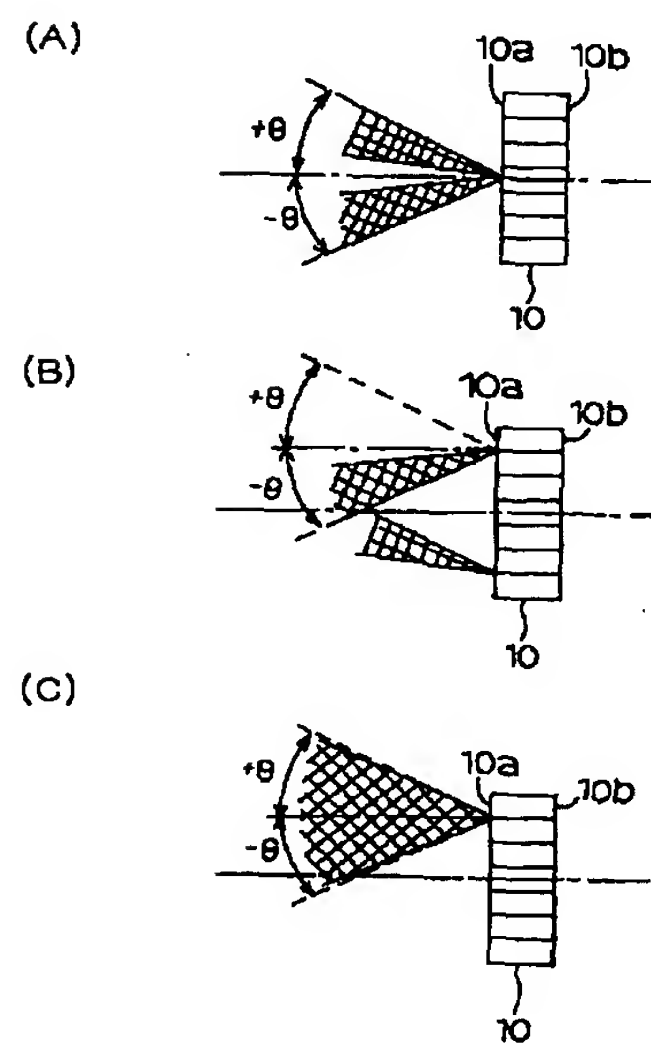
【図19】



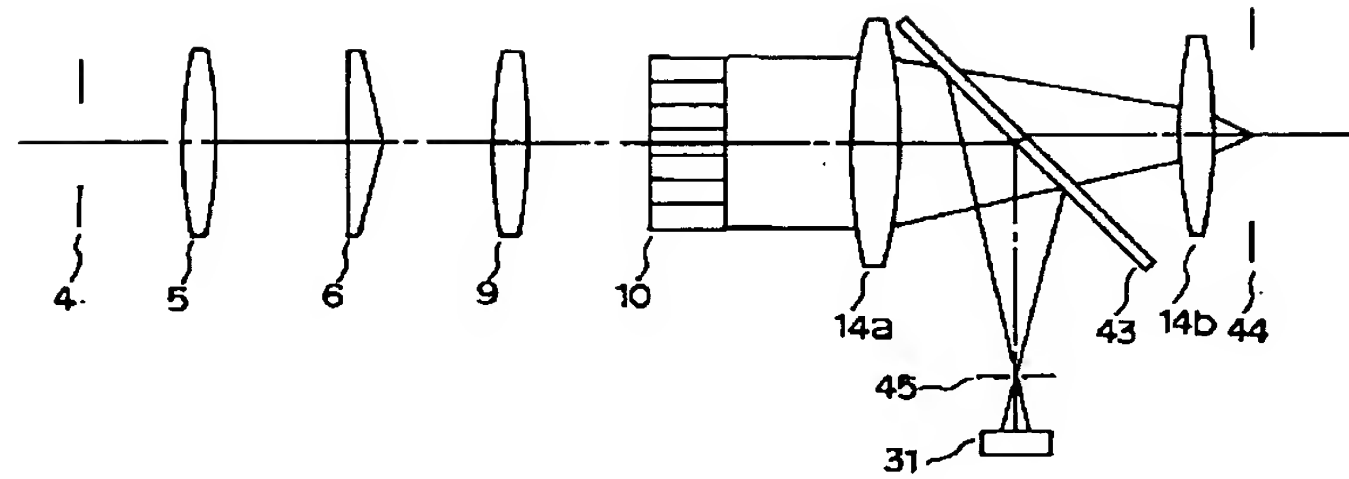
【図17】



【図20】



【図22】



フロントページの続き

(72)発明者 早田 滋
神奈川県川崎市中原区今井上町53番地 キ
ヤノン株式会社小杉事業所内